

紫花苜蓿与草地早熟禾轮作牧草的养分变化特征

阿芸,师尚礼,金小雯,邵建雄,孟涛涛

(甘肃农业大学 草业学院/草业生态系统教育部重点实验室/甘肃省草业工程实验室/中-美草地畜牧业可持续研究中心,甘肃 兰州 730070)

摘要:以甘农9号紫花苜蓿(*Medicago sativa* cv. Gannong No. 9)和海波草地早熟禾(*Poa pratensis* cv. Haibo)为材料,设置草地早熟禾-紫花苜蓿(PA)、紫花苜蓿-草地早熟禾(AP)轮作处理,以草地早熟禾-草地早熟禾(PP)、紫花苜蓿-紫花苜蓿(AA)为对照,进行了建植第2年的观察试验,测定粗蛋白含量(CP)、中性洗涤纤维含量(NDF)和酸性洗涤纤维含量(ADF),计算相对饲喂价值(RFV),研究紫花苜蓿与草地早熟禾轮作的养分变化特征。结果表明:在PA模式下1~4茬紫花苜蓿的CP含量平均值和RFV平均值分别较AA模式高12.80%、21.59%,而NDF含量平均值和ADF含量平均值分别较AA模式低9.05%、17.33%;在AP模式下1~3茬草地早熟禾的CP含量平均值和RFV平均值分别较PP模式高25.36%、15.73%,而NDF含量平均值和ADF含量平均值分别较PP模式低11.22%、7.49%。不同处理下第2茬和第3茬的紫花苜蓿CP含量和RFV值均高于第1茬和第4茬,而第3茬高于第2茬,NDF含量和ADF含量均表现为与其相反;在不同处理下草地早熟禾的CP含量和RFV排序由高到低均为,第1茬>第2茬>第3茬,而NDF含量和ADF含量均表现为与其相反。因此,在牧草生产实践中应该广泛的实施轮作方式,抓好第1茬和第4茬紫花苜蓿以及第3茬草地早熟禾的田间管理,是获得最优质牧草的关键。

关键词:紫花苜蓿;草地早熟禾;轮作;营养品质;茬次

中图分类号:S 54 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2019)01-0028-07

随着农业生产的规模化和集约化发展,为实现经济作物增产,连作种植不断推广,导致土壤养分异常积累或过度消耗、病虫害增多和农作物产量品质降低等问题^[1-3],而轮作种植是农田用养结合、减少病虫害、改善土壤质量和提高后茬作物产量的一项农业技术措施^[4-7]。在轮作与连作不同的种植模式下,由于土壤肥力的改变与病虫害发生的严重程度不同使得作物品质间接发生变化。赵秀芬等^[9]研究发现,燕麦与小麦轮作未能改善小麦营养,且抑制小麦生长,导致小麦品质发生变化。柴继宽等^[10]研究表明轮作与连作对燕麦干草与籽粒品质影响显著。危锋等^[11]研究了长期

种植紫花苜蓿土壤硫、钙、镁组分的变化。李黎等^[12]研究了不同物候期和不同茬次对苜蓿营养成分的影响。

前人就苜蓿与一年生小麦、燕麦、玉米和烤烟等轮作模式对土壤肥力、作物产量和品质的研究已经开展了大量工作^[10-13],但有关轮作与连作模式下紫花苜蓿和草地早熟禾的营养品质以及不同茬次间相互关系的研究报道较少。紫花苜蓿不仅饲用价值高,而且营养丰富,素有“牧草之王”的美誉,可显著提高土壤肥力和后茬作物产量品质^[14-18];草地早熟禾抗逆性强、分布地区广和生活环境多样,有着很大的饲用价值和优良的生态环保价值^[20-21]。因此,选用多年生草地早熟禾与紫花苜蓿为研究对象,建立草地早熟禾-紫花苜蓿和紫花苜蓿-草地早熟禾2种轮作处理以及紫花苜蓿-紫花苜蓿和草地早熟禾-草地早熟禾2种连作处理;进行了建植第2年的观察试验,测定不同处理下牧草的粗蛋白(CP)、中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维

收稿日期:2018-10-12;修回日期:2018-11-09

基金项目:国家现代农业产业技术体系(CARS-34)资助

作者简介:阿芸(1993-),女,青海乐都人,在读硕士。

E-mail:1421538664@qq.com

师尚礼为通讯作者。

E-mail:shishl@gsau.edu.cn

(ADF)含量,计算了其相对饲喂价值(RFV),研究紫花苜蓿与草地早熟禾轮作的牧草养分变化规律,以及不同茬次间相互联系,旨在为合理轮作及获得优质牧草提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验区概况

试验区设在甘肃省兰州市甘肃农业大学牧草试验站,地理位置 E 105°41', N 34°05',地处黄土高原西端。海拔 1 595 m,属温带半干旱大陆性气候,年均气温 9.7℃,年均降水量 451.6 mm,年均蒸发量 1 664 mm,年均日照 2 770 h,全年无霜期 210 d,最热月平均气温 29.1℃,最冷平均气温 -14.9℃,>0℃的年积温 3 800℃,>10℃的年积温 3 200℃。地势平坦,土壤类型为黄绵土,土层较薄,通气好。

1.2 试验设计

种植 5 年的甘农 9 号紫花苜蓿和海波草地早熟禾 2 块牧草地于 2016 年 3 月分别进行翻耕,4 月 23 日在翻耕后进行播种。在翻耕后的部分紫花苜蓿茬地上播种海波草地早熟禾(为甘农 9 号紫花苜蓿-海波草地早熟禾轮作处理,记作 AP)、另一块翻耕后的紫花苜蓿茬地上继续播种甘农 9 号紫花苜蓿作对照(为甘农 9 号紫花苜蓿-甘农 9 号紫花苜蓿连作处理,记作 AA);在翻耕后的部分海波草地早熟禾茬地上播种甘农 9 号紫花苜蓿(为海波草地早熟禾-甘农 9 号紫花苜蓿轮作处理,记作 PA),另一部分翻耕后的海波草地早熟禾茬地上继续播种海波草地早熟禾作对照(为海波草地早熟禾-海波草地早熟禾连作处理,记作 PP)。

试验采用随机区组设计,2 个轮作处理,2 个对照,3 次重复,小区面积 2 m×5 m,小区间距 40 cm。甘农 9 号紫花苜蓿单播播种量 15 kg/hm²、海波草地早熟禾 15 kg/hm²,条播,行距均为 25 cm。整个试验期间均不施肥,出苗后适时进行锄草及病虫害防治等田间管理。试验种子由甘肃农业大学草原生态系统教育部重点实验室提供。

PA 与 AA 模式各茬次的紫花苜蓿在初花期(刈割日期,5 月 16 日、7 月 8 日、8 月 24 日、10 月 15 日)刈割,AP 与 PP 模式各茬次的草地早熟禾在抽穗期(刈割日期,6 月 10 日、8 月 5 日、9 月 20 日)刈割,面积 1 m²,留茬 3~5 cm。

1.3 测定项目与方法

将样品在 105℃下杀青 10 min,80℃烘干 48 h,烘干样品进行粉碎,过 1 mm 筛,进行 CP,NDF 和 ADF 含量的测定,并计算 RFV 值。CP 含量测定采用凯氏定氮法^[22],NDF 含量和 ADF 含量测定采用范氏洗涤纤维分析法^[23]。相对饲喂价值(RFV)^[23]: $RFV = DMI \times DDM / 1.29$,其中,干物质采食量 $DMI = 120 / NDF$,可消化性干物质 $DDM = 88.9 - 0.779ADF$ 。

1.4 数据处理

利用 Microsoft Excel 2007 和 SPSS 20.0 系统软件进行作图 and 数据分析。

2 结果与分析

2.1 紫花苜蓿与草地早熟禾轮作模式各茬次牧草粗蛋白变化

不同茬次紫花苜蓿粗蛋白(CP)含量均表现不同(表 1),PA 紫花苜蓿 CP 含量由高到低为第 3 茬、第 2 茬、第 4 茬和第 1 茬,以第 3 茬含量最高(24.65%),分别较第 1 茬(19.78%)、第 2 茬(22.56%)和第 4 茬(20.08%)高 24.63%、9.27%和 22.77%;第 2,3 茬显著高于第 1,4 茬($P < 0.05$),但第 1 茬与第 4 茬和第 2 茬与第 3 茬间均表现差异不显著($P \geq 0.05$)。AA 紫花苜蓿 CP 含量由高到低为第 3 茬、第 2 茬、第 4 茬和第 1 茬(表 1),以第 3 茬最高(21.59%),分别较第 1 茬(17.89%)、第 2 茬(19.19%)和第 4 茬(18.53%)高出 20.67%、12.50%和 16.49%,第 3 茬的 CP 含量显著高于其他茬次($P < 0.05$),且其他茬次间差异不显著($P \geq 0.05$)。在第 2 茬下 PA 模式紫花苜蓿 CP 含量显著高于 AA 模式($P < 0.05$),为 17.56%,但其他茬次下的两处理间无显著性差异($P \geq 0.05$);在 PA 模式下各茬次紫花苜蓿 CP 含量平均值(21.77%)较 AA 模式(19.30%)高 12.80%(图 1)。

AP 模式不同茬次间草地早熟禾 CP 含量均无显著性差异,PP 模式不同茬次间亦均呈无显著性差异($P \geq 0.05$)(表 1)。在 AP 模式下第 1 茬(9.79%)和第 2 茬(9.66%)的草地早熟禾 CP 含量分别较 PP 显著高 27.00%、30.01%($P < 0.05$),但在第 3 茬下 2 个处理间无显著性差异($P \geq 0.05$);在 AP 模式下各茬次草地早熟禾 CP 含量的平均值(9.33%)较 PP 模式(7.44%)高 25.36%(图 1)。

表 1 紫花苜蓿与草地早熟禾轮作的各茬次牧草营养成分

Table 1 Forage nutrient contents of alfalfa/*Poa pratensis* rotational pasture in different cuttings

种植模式	茬次	CP/%	DNF/%	ADF/%	RFV
PA	1	19.78±0.94 ^b	44.26±0.78 ^a	33.71±0.75 ^a	130.89±1.47 ^c
	2	22.56±0.58 ^a	42.40±0.96 ^b	28.59±0.81 ^b	139.63±3.24 ^b
	3	24.65±0.97 ^a	34.94±0.39 ^c	26.59±0.73 ^b	182.19±2.77 ^a
	4	20.08±0.72 ^b	45.68±0.45 ^a	32.10±0.98 ^a	137.32±1.58 ^b
AA	1	17.89±0.71 ^b	49.53±1.33 ^a	42.95±0.71 ^a	103.25±0.64 ^d
	2	19.19±0.43 ^b	46.56±0.53 ^c	32.66±1.01 ^c	125.93±2.42 ^b
	3	21.59±0.84 ^a	41.65±1.88 ^d	33.72±0.75 ^c	140.42±1.58 ^a
	4	18.53±0.69 ^b	48.16±1.00 ^b	37.04±0.41 ^b	115.69±0.95 ^c
AP	1	9.79±0.46 ^a	52.54±1.03 ^c	36.10±0.92 ^b	98.20±1.36 ^a
	2	9.66±0.46 ^a	57.08±0.49 ^b	43.20±1.21 ^a	97.70±2.94 ^a
	3	8.54±0.41 ^a	63.98±0.80 ^a	45.44±0.83 ^a	76.88±1.51 ^b
PP	1	7.71±0.34 ^a	63.19±1.25 ^b	45.65±0.78 ^a	80.04±1.14 ^a
	2	7.43±0.28 ^a	66.09±1.17 ^a	44.05±1.01 ^a	75.77±1.05 ^b
	3	7.19±0.27 ^a	66.27±0.91 ^a	45.50±1.02 ^a	73.86±0.88 ^b

注:不同小写字母表示同一处理不同茬次之间的显著性($P < 0.05$)

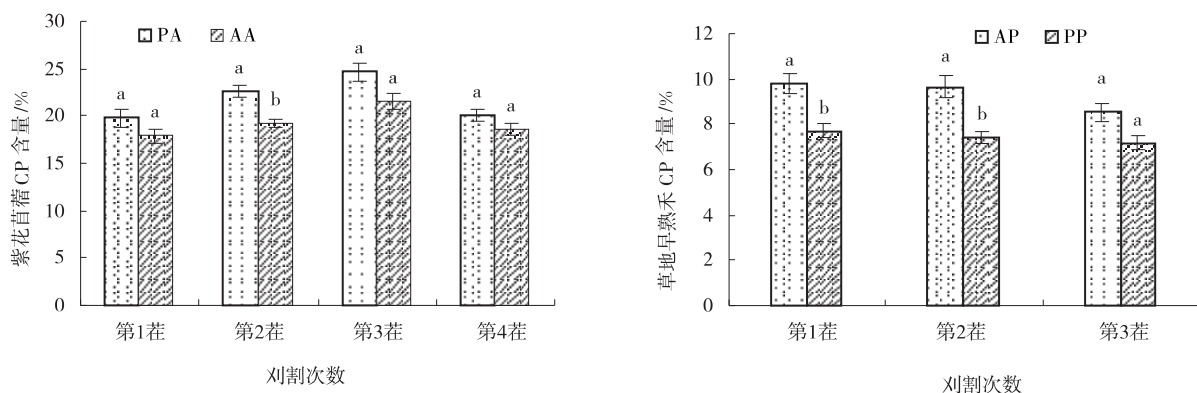


图 1 不同模式下牧草的 CP 含量

Fig. 1 Differences of forage CP content among different rotational patterns

注:不同小写字母表示同一茬次不同处理差异显著($P < 0.05$),下同

2.2 轮作与连作模式下各茬次牧草中性洗涤纤维的变化

PA 紫花苜蓿 NDF 含量,第 4 茬>第 1 茬>第 2 茬>第 3 茬,以第 4 茬最高(45.68%),分别比第 1 茬(44.26%)、第 2 茬(42.40%)和第 3 茬(34.94%)高 3.21%、7.97%和 23.51%;除 1,4 茬外,其他茬次间差异均显著($P < 0.05$)。AA 紫花苜蓿的 NDF 含量,第 1 茬>第 4 茬>第 2 茬>第 3 茬(表 1),以第 1 茬 NDF 含量最高(49.53%),分别比第 2 茬(46.56%)、第 3 茬(41.65%)和第 4 茬(48.16%)显著的高出 6.38%、18.92%和 2.84%($P < 0.05$)。第 1,2,3,4 茬的紫花苜蓿 NDF 含量在 PA 模式下分别比 AA 模式

低 10.64%、8.93%、16.11%和 5.15%,除第 4 茬,在其他茬次下 PA 显著低于 AA($P < 0.05$);在 PA 模式下四茬紫花苜蓿 NDF 含量的平均值(41.82%)较 AA 模式(45.98%)低 9.05%(图 2)。

AP 草地早熟禾 NDF 含量,第 3 茬>第 2 茬>第 1 茬(表 1),以第 3 茬最高(63.98%),分别比第 2 茬(57.08%)和第 1 茬(52.54%)高出了 21.77%和 12.09%,在 AP 模式下不同茬次间均呈差异显著($P < 0.05$)。由表 1 可知,PP 草地早熟禾 NDF 含量,第 3 茬>第 2 茬>第 1 茬,以第 1 茬最低(63.19%),分别比第 3 茬(66.27%)和第 2 茬(66.09%)低 4.65%和 4.39%,第 2 茬和第 3 茬的 NDF 含量显著高于第 1

茬($P < 0.05$),但第 2,3 茬间差异不显著($P \geq 0.05$)。第 1,2 和第 3 茬的草地早熟禾 NDF 含量在 AP 模式下分别比 PP 模式低 18.85%、13.63%和 3.46%(图

2),除第 3 茬,其他茬次下两处理间均表现差异显著($P < 0.05$);在 AP 模式下 3 茬草地早熟禾 NDF 含量的平均值(57.87%)较 PP 模式(65.18%)低 11.22%。

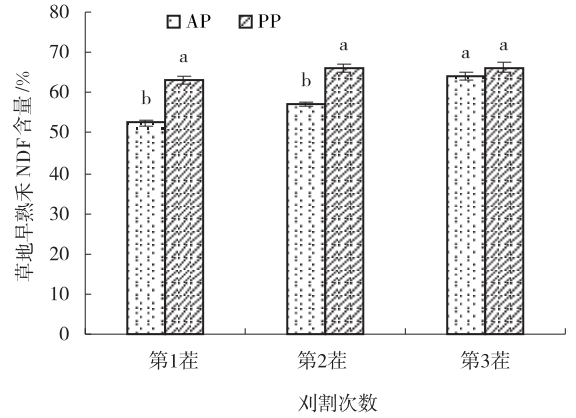
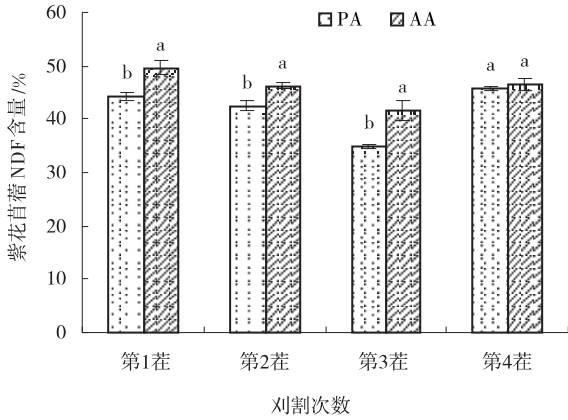


图 2 不同模式下牧草 NDF 含量的差异

Fig. 2 Differences of forage NDF content among different rotational patterns

2.3 轮作与连作模式下各茬次牧草酸性洗涤纤维的变化

PA 紫花苜蓿 ADF 含量,第 1 茬 > 第 4 茬 > 第 2 茬 > 第 3 茬(表 1),第 1 茬最高为 33.71%,分别比第 2 茬(28.59%)、第 3 茬(26.59%)和第 4 茬(32.10%)高出 17.92%、26.78%和 5.02%,第 1 茬和第 4 茬显著高于第 2 茬和第 3 茬($P < 0.05$),但第 1,第 4 和第 2,第 3 茬间差异不显著($P \geq 0.05$)。AA 紫花苜蓿 ADF 含量:第 1 茬 > 第 4 茬 > 第 3 茬 > 第 2 茬(表 1),第 1 茬最高为 42.95%,分别比第 2 茬(32.66%)、第 3 茬(33.72%)和第 4 茬(37.04%)高 31.51%、27.37%和 15.96%,除第 2 茬与第 3 茬,其他茬次间均为差异显著($P < 0.05$)。第 1,2,3 和 4 茬的 ADF 含量在 PA 模式下分别比 AA 低 21.51%、12.46%、21.14%和

13.34%(图 3),不同茬次下 ADF 含量在不同处理间均表现差异显著($P < 0.05$);在 PA 模式下 4 茬紫花苜蓿 NDF 含量的平均值(30.25%)较 AA 模式(36.59%)低 17.33%。

AP 草地早熟禾 ADF 含量,第 3 茬 > 第 2 茬 > 第 1 茬,第 3 茬最高为 45.44%,分别比第 1 茬(36.10%)和第 2 茬(43.20%)高 25.87%和 5.19%,第 2,第 3 茬显著高于第 1 茬($P < 0.05$),但第 2 茬与第 3 茬间差异不显著($P \geq 0.05$)。PP 模式 ADF 含量在不同茬次间均无显著性差异($P \geq 0.05$)。在第 1 茬次下 AP 草地早熟禾 ADF 含量较 PP 显著低于 20.00%(图 3),在第 2 茬和第 3 茬下 2 处理间无显著性差异($P \geq 0.05$);在 AP 模式下 3 茬草地早熟禾 ADF 含量的平均值(57.87%)较 PP 模式(65.18%)低 7.49%。

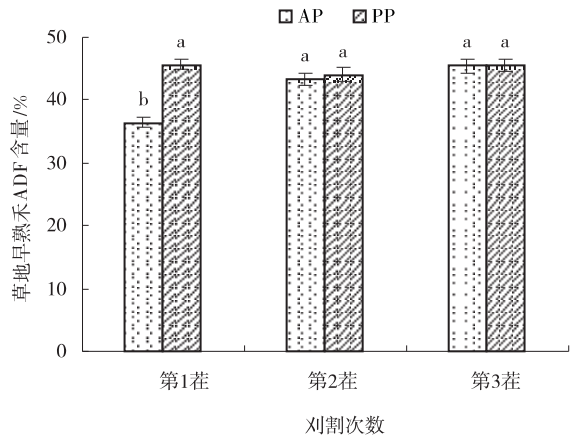
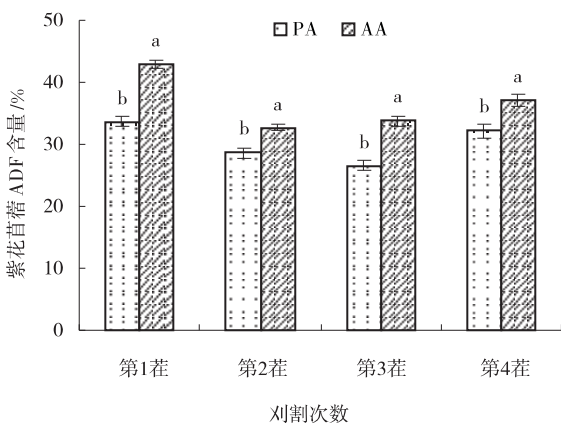


图 3 轮作牧草 ADF 含量与对照的差异

Fig. 3 Differences of forage ADF content among different rotational patterns

2.4 轮作与连作模式下各茬次牧草相对饲喂价值的变化

不同茬次的紫花苜蓿相对 RFV 均表现不同(表 1),PA 紫花苜蓿 RFV,第 3 茬>第 2 茬>第 4 茬>第 1 茬,第 3 茬最高为 182.17,分别比第 1 茬(130.89)、第 2 茬(139.61)和第 4 茬(137.32)高出 39.19%、30.47%和 32.67%,除第 2、第 4 茬,其他茬次间均为差异显著($P<0.05$)。AA 模式紫花苜蓿的 RFV,第 3 茬>第 2 茬>第 4 茬>第 1 茬,以第 3 茬最高(140.42),分别比第 1 茬(103.45)、第 2 茬(125.93)和第 4 茬(115.69)高 36.00%、11.50%和 21.38%,不同茬次间均表现为显著性差异($P<0.05$)。第 1、2、3 和 4 茬的紫花苜蓿 RFV 在 PA 模式下分别比 AA 模式低 26.77%、11.10%、29.74%和 18.49%(图 4),不同茬次下两处理间均表现显著性差异($P<0.05$);在 PA

模式下 4 茬紫花苜蓿 RFV 的平均值(147.51)较 AA 模式(121.32)高 21.59%。

AP 草地早熟禾 RFV,第 1 茬>第 2 茬>第 3 茬(表 1),以第 1 茬最高(98.20),分别比第 2 茬(97.70)和第 3 茬(75.77)高 5.14%和 27.73%,第 1、2 茬显著高于第 3 茬($P<0.05$),但第 1 茬与第 2 茬差异不显著($P\geq 0.05$)。PP 模式草地早熟禾的 RFV,第 1 茬>第 2 茬>第 3 茬,以第 1 茬最高(80.04),分别比第 2 茬(75.77)和第 3 茬(73.86)高出 5.64%和 8.36%,第 2 茬和第 3 茬显著低于第 1 茬($P<0.05$),但第 2 茬与第 3 茬间差异不显著($P\geq 0.05$)。由图 4 可知,AP 第 1 茬和第 2 茬的 RFV 较 PP 显著高出 22.09%和 19.71%($P\geq 0.05$),第 3 茬无显著性差异($P\geq 0.05$);在 AP 模式下 3 茬草地早熟禾 RFV 的平均值(88.60)较 PP 模式(76.56)高 15.73%。

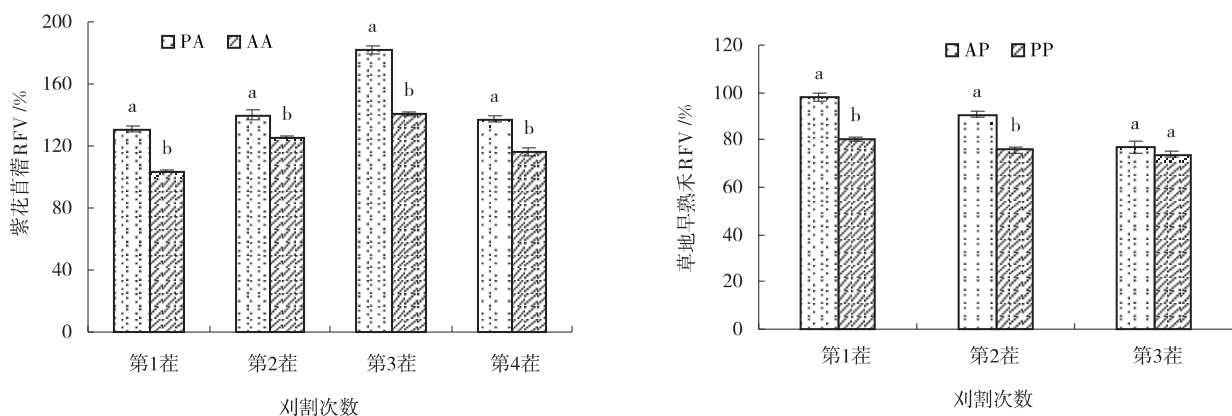


图 4 轮作牧草 RFV 与对照的差异

Fig. 4 RFV differences of forage between rotational treatments and control

3 讨论

不同种植模式对牧草的营养品质有不同影响。CP 是家畜所需的重要营养之一,而粗纤维作为牧草消化率的标志,粗纤维含量越高,消化率越低,其营养价值就越低^[26]。试验测定了轮作与连作模式下紫花苜蓿和草地早熟禾的 CP, NDF 和 ADF 含量,以及 RFV 的计算;PA 模式下紫花苜蓿的 CP 含量和 RFV 均高于 AA 模式,AP 模式下草地早熟禾的 CP 含量和 RFV 均高于 PP 模式,而 NDF 和 ADF 含量与其相反。樊虎玲等^[16]对苜蓿茬小麦与连作小麦的营养品质进行了研究,得出轮作小麦粉面团较连作小麦粉面团更有强度与筋力,柴继宽^[10]研究发现轮作条件下由于土

壤肥力的改善和病虫害减轻,燕麦干草 CP 含量处在一个较高且稳定的水平,而连作条件下燕麦干草 CP 含量随种植年限的增加而下降,酸性洗涤纤维含量则上升,晋艳等^[17]研究结果显示,轮作烟叶中致香物质含量大多数高于连作烟叶,李东哲等^[24]研究显示大豆连作和轮作后土壤酶活力的变化对大豆生长以及产量和品质有重要影响,均与本研究结论相似。

不同茬次下紫花苜蓿和草地早熟禾的营养成分含量存在差异。试验测定了不同处理下不同茬次紫花苜蓿和草地早熟禾的 CP, NDF 和 ADF 含量,以及 RFV 的计算;试验分析,不同处理下 2、3 茬的紫花苜蓿 CP 含量和 RFV 均高于第 1、4 茬,但是第 3 茬高于第 2 茬,而 NDF 含量和 ADF 含量与其相反,这与艾尼娃尔

·艾合买提^[25]的结论相近,与宋书红等^[26]和胡守林等^[27]研究的结果相反,可能是管理措施、不同气候和土壤条件的差异原因。在不同处理下草地早熟禾的CP含量和RFV排序,第1茬>第2茬>第3茬,而NDF和ADF含量与其刚好相反,从各茬次牧草营养分析,第1,4茬的紫花苜蓿营养品质显著低于第2,3茬,而第1,2茬的草地早熟禾营养品质高于第3茬,因此,提高第1,4茬紫花苜蓿以及第3茬草地早熟禾的牧草品质是获得最优质的牧草饲草的关键。

4 结论

在干旱地区,草地早熟禾-紫花苜蓿轮作模式可明显提高紫花苜蓿的营养品质,紫花苜蓿-草地早熟禾轮作模式可明显提高草地早熟禾的营养品质;从不同处理下各茬次牧草的营养品质分析,第1,4茬的紫花苜蓿营养品质显著低于第2,3茬,而第1,2茬的草地早熟禾营养品质高于第3茬。因此,在牧草生产实践中,应广泛实施轮作种植,且抓好第1,4茬紫花苜蓿以及第3茬草地早熟禾的田间管理,是获得最优质牧草的关键。

参考文献:

[1] 陈宝书. 牧草饲料作物栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,2001:162-164.

[2] 王仪明,雷艳芳,魏臻武,等. 不同轮作模式对青贮玉米产量、品质及土壤肥力的影响[J]. 核农学报,2017,31(9):1803-1810.

[3] 张国盛,黄高宝,张仁陟,等. 种植苜蓿对黄绵土表土理化性质的影响[J]. 草业学报,2003,12(5):88-93.

[4] 邢福,周景英,金永君,等. 我国草田轮作的历史、理论与实践概览[J]. 草业学报,2011,20(3):245-255.

[5] Han W X, Fang J Y, Guo D L, *et al.* Leaf nitrogen and phosphorus stoichiometry across 753 terrestrial plant species in China[J]. *New Phytologist*, 2005, 168: 377-385.

[6] 刘洪庆,付丹丹,武海杰,等. 不同轮作模式对后茬作物小麦产量及生理指标的影响[J]. 草业学报,2018,27(8):59-66.

[7] 武海杰,杨国锋,孙娟,等. 苜蓿不同种植模式下土壤结构及养分的响应[J]. 华北农学报,2015,30(5):189-196.

[8] 宋丽萍,罗珠珠,李玲玲,等. 陇中黄土高原半干旱区苜蓿-作物轮作对土壤物理性质的影响[J]. 草业学报,2015,24(7):12-20.

[9] 赵秀芬,刘学军,张福锁. 燕麦/小麦轮作和混作对小麦锰

营养的影响[J]. 中国农学通报,2009,25(12):155-158.

[10] 柴继宽. 轮作和连作对燕麦产量、品质、主要病虫害及土壤肥力的影响[D]. 兰州:甘肃农业大学,2012.

[11] 危锋,郝明德. 黄土高原长期种植苜蓿对土壤硫、钙、镁的影响[J]. 草地学报,2009,17(3):288-293.

[12] 李黎,朱伟然,李和平,等. 不同物候期和不同茬次对苜蓿常规营养成分的影响[C]. 中国草学会,2007,6.

[13] 王庆锁,张玉发,苏加楷,等. 苜蓿-作物轮作研究[J]. 生态农业研究,1999,7(3):37-40.

[14] 苗福泓,王惠,孙娟,等. 鲁东南地区不同年龄紫花苜蓿营养品质的变化[J]. 中国草地学报,2017,39(5):46-53.

[15] Lithourgidis A S, Vasilakogloub I B, Dhima K V. Forage yield and quality of common vetch mixtures without and triticale in two seeding ratios[J]. *Field Crops Research*, 2006, 99: 106-113.

[16] 樊虎玲,郝明德,李志西. 黄土高原旱地小麦-苜蓿轮作对小麦品质和子粒氨基酸含量的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2007,13(2):262-266.

[17] 晋艳,杨宇虹,段玉琪,等. 烤烟轮作、连作对烟叶产量质量的影响[J]. 西南农业学报,2004,17(S1):267-271.

[18] 丁静. 不同年限苜蓿草田轮作的作物生长及土壤环境研究[D]. 杨陵:西北农林科技大学,2013.

[19] 屈言江,师尚礼. 陇牧草地早熟禾新品系的营养价值评价[J]. 草原与草坪,2017,37(1):51-60.

[20] 郭郁频,米福贵,闫利军,等. 不同早熟禾品种对干旱胁迫的生理响应及抗旱性评价[J]. 草业学报,2014,23(4):220-228.

[21] 赵玲,马向丽,邓祥升,等. 干旱胁迫对草地早熟禾抗旱生理的影响[J]. 草业与畜牧,2009(6):37-41.

[22] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,2000.

[23] 张丽英. 饲料分析及饲料质量检查技术[M]. 北京:中国农业大学出版社,2003:69-72.

[24] 李东哲. 大豆轮作和连作土壤酶活力的变化[C]. 北京:中国作物学会,2011.

[25] 艾尼娃尔·艾合买提,于磊,鲁为华,等. 绿洲区不同苜蓿品种生长特征分析[J]. 草业科学,2012,29(4):605-609.

[26] 宋书红,陈志飞,张晓娜,等. 刈割茬次对紫花苜蓿、红豆草产量和营养价值的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医,2017(7):143-146.

[27] 胡守林,顾明德,王汉全,等. 不同紫花苜蓿品种营养价值分析[J]. 水土保持研究,2005,12(4):217-219.

Forage nutrients variation of alfalfa/*Poa pratensis* rotational pasture

A Yun, SHI Shang-li, JIN Xiao-wen, SHAO Jian-xiong, MENG Tao-tao

(College of pratacultural Science, Gansu Agricultural University/Key Laboratory of Grassland Ecosystem, Ministry of Education / Pratacultural Engineering Laboratory of Gansu Province/Sino-U. S. Centers for Grazingland Ecosystem Sustainability, Lanzhou 730070, China)

Abstract: The forage nutrients variation of rotational pasture of *Medicago sativa* cv. Gannong No. 9 and *Poa pratensis* cv. Haibo was studied in order to provide theoretical basis for reasonable rotation and high quality forage production. Four treatments were designed (*P. pratensis*-alfalfa, PA; alfalfa-*P. pratensis*, AP; *P. pratensis*-*P. pratensis*, PP; alfalfa-alfalfa, AA) and the contents of crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were measured, and the relative feed value (RFV) was estimated in second year after planting. The results showed that the average CP content and RFV of 4 cuttings of alfalfa in PA treatment were 12.80% and 21.59% higher than those of AA treatment respectively, but the average NDF and ADF contents in PA treatment were 9.05% and 17.33% lower than those of AA treatment respectively. The average CP contents and RFV of *P. pratensis* of 3 cuttings in AP treatment were 25.36% and 15.73% higher than those in PP treatment respectively, but the average NDF and ADF contents in AP treatment were 11.22% and 7.49% lower than those in PP treatment respectively. The CP content and RFV of alfalfa of second and third cuttings were higher than those of first and fourth cuttings in all treatments, while the third cutting was higher than the second cutting. And the contents of NDF and ADF were opposite to CP content. The order of CP content and RFV of *P. pratensis* in all treatments were as follows: first cutting > second cutting > third cutting, while the order was opposite to CP content. Therefore, the crop rotation should be widely utilized in forage production, and the field management during first and fourth cuttings for alfalfa and third cutting for *P. pratensis* is the key to obtain the high quality forage.

Key words: alfalfa; *Poa pratensis*; rotation; nutritional quality; cutting

版权声明

为扩大本刊及作者知识信息交流渠道,加强知识信息推广力度,本刊已许可中国学术期刊(光盘版)电子杂志社在 CNKI 中国知网及其系列数据库产品中,以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。该著作权使用费及相关稿酬,本刊均用作为作者文章发表、出版、推广交流(含信息网络)以及赠送样刊之用途,即不再另行向作者支付。凡作者向本刊提交文章发表之行为即视为同意编辑部上述声明。